

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP2006/060032

International filing date: 16 February 2006 (16.02.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2005 008 180.0  
Filing date: 23 February 2005 (23.02.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 09 March 2006 (09.03.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2005 008 180.0

**Anmeldetag:** 23. Februar 2005

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer  
Einspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 M, F 02 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 7. Februar 2006  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hintermeier

15.02.2005 Sm /Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer Einspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine

15

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine, nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs. Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Vorrichtung sowie ein Computerprogramm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Stand der Technik

20

Im Stand der Technik sind Einspritzventile für eine Hochdruck- als auch Niederdruck-Kraftstoffdirekteinspritzung grundsätzlich bekannt. Insbesondere sind auch Einspritzventil bekannt, bei denen die Dosierung der in die Brennkammern der Brennkraftmaschine einzuspritzenden Kraftstoffmenge nicht nur über die Öffnungsdauer des Ventils, sondern auch über durch Variation des Hubs der Düsennadel des Einspritzventils möglich ist. Die Einspritzventile sind typischer Weise als Magnetventile oder Piezoventile ausgeführt.

30

Einspritzventile messen die in den Zylinder einzuspritzende Kraftstoffmasse zu, die für eine saubere und effiziente Verbrennung im Motor benötigt wird. Die Ansteuerung der Einspritzventile erfolgt typischer Weise über eine Leistungsendstufe, wobei die Einspritzung vorzugsweise über einen so genannten Low-Side-Schalter der Endstufe ausgelöst wird.

35

Die Endstufe wird während des Betriebs überwacht, so dass Kurzschlüsse nach Batteriespannung und nach Masse der Endstufe entdeckt werden und darauf reagiert werden kann.

Weiterhin ist es bekannt auch Software- und Hardware-Fehler beispielsweise in einem Steuergerät zu überwachen.

5 Aus der DE 103 05 178 A1 ist bereits ein Verfahren zum Betreiben eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem durch Überwachen einer ordnungsgemäßen Funktion der Brennkraftmaschine verschmutzte Einspritzventile erkannt und geeignete  
10 Reinigungsmaßnahmen eingeleitet werden. Zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktionsweise wird zum einen der Druck in einem Kraftstoffspeicher und zum anderen die Zylinder auf Aussetzer hin überwacht. Weiterhin wird das Drehmomentverhalten kontrolliert und durch gezieltes Anfetten und gleichzeitigem Überwachen des Lambda-  
15 werts überprüft, ob die Einspritzventile einwandfrei funktionieren. Bei einer erkannten Verschmutzung werden Maßnahmen zur Reinigung des Einspritzventils eingeleitet.

#### 15 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung hat demge-  
20 genüber den Vorteil, dass durch Auswerten von Signalen einer Aussetzererkennung mindestens zwei Fehlfunktionen einer Einspritzvorrichtung erkannt werden, so dass in vorteilhafter Weise in Abhängigkeit der erkannten Fehlfunktion geeignete Fehlerreaktionen eingeleitet werden können. Dies hat den besonderen Vorteil, dass beispielsweise bei einem elektrischen Fehler in der Einspritzvorrichtung Reinigungsversuche an einem Einspritzventil unterbleiben können.

2 Weiterhin ist vorteilhaft eine Überwachungsvorrichtung einer Einspritzvorrichtung (5) einer Brennkraftmaschine vorgesehen, bei der ein Erfassungsmittel Signale einer Aussetzererkennung erfasst, wobei die Überwachungsvorrichtung durch Auswerten der Signale der Aussetzererkennung mindestens zwei Fehlfunktionen der Einspritzvorrichtung erkennt,

30 und dass die Überwachungsvorrichtung eine Fehlerreaktion in Abhängigkeit der erkannten Fehlfunktion einleitet.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Verfahrens  
35 möglich.

Insbesondere ist vorgesehen, durch Auswerten eines Kraftstoffdrucks zu überprüfen, ob eine Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung vorliegt. So wird in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass nur dann Fehlerreaktionen eingeleitet werden, wenn eine zusätzliche von der Aussetzererkennung unabhängige Auswertung auch eine Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung erkennt. So wird in vorteilhafter Weise die Sicherheit der Fehlererkennung erhöht.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass bei einem erkannten Aussetzer eines Zylinders und ein Absinken des Kraftstoffdrucks unter einen Schwellenwert eine mechanische Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung erkannt wird. So dass vorteilhaft nur Fehlerreaktionen eingeleitet werden können, die geeignet sind mechanische Fehler zu beheben.

Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass bei Aussetzern von Zylindern, die einer Endstufenbank der Einspritzvorrichtung zugeordnet sind und ein Absinken des Kraftstoffdrucks unter einen Schwellenwert eine elektrische Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung erkannt wird. Dies hat den Vorteil, dass gezielt Maßnahmen eingeleitet werden können, die geeignet sind elektrische Fehler der Einspritzvorrichtung zu beheben.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass bei einem erkannten elektrischen Fehler zusätzlich eine die Einspritzventile (40) ansteuernde Endstufe (45) auf elektrische Fehler überprüft wird. Dies erlaubt es in vorteilhafter Weise die Ursache der elektrischen Fehlfunktion weiter einzugrenzen und gezielte Fehlerreaktionen einzuleiten.

Insbesondere ist es vorteilhaft, dass in Abhängigkeit der Fehlfunktion als Fehlerreaktion die Brennkraftmaschine in einer Notlauf-Betriebsart betrieben wird.

Weiterhin ist es von Vorteil dieses erfindungsgemäße Vorgehen in einem Verfahren und einem Computerprogramm-Produkt abzubilden.

#### Zeichnungen

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Zeichnungen dargestellt sind.

Es zeigen:

Figur 1 schematisch eine Brennkraftmaschine mit einer Einspritzvorrichtung,

Figur 2 schematisch eine Endstufenschaltung für zwei Einspritzventile,

Figur 3 schematisch ein Ablaufschema eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 4 schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, eine Einspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine sowohl im Hinblick auf mechanische als auch auf elektrische Funktion zu überprüfen und bei Fehlfunktionen der Einspritzvorrichtung fehlerspezifische Fehlerreaktion bzw. Hilfsmaßnahmen einzuleiten.

Die Erfindung ist unabhängig von den Ausführungen in den Ausführungsbeispielen sowohl für Niederdruck- als auch Hochdruck-Kraftstoffeinspritzsysteme geeignet.

In Figur 1 ist schematisch eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine 1 mit einer Einspritzvorrichtung 5 gezeigt, wobei beispielhaft vier Einspritzventile 40 und einer der Zylinder 110 dargestellt sind. Die Einspritzvorrichtung 5 umfasst eine erste und zweite Kraftstoffpumpe 10, 20, einen Druckspeicher 30, Einspritzventile 40, eine Endstufe 45, einen Kraftstofftank 50 und einen Drucksensor 60. Die erste Kraftstoffpumpe 10 pumpt Kraftstoff aus einem Kraftstofftank 50 in Richtung einer zweiten Kraftstoffpumpe 20. Die erste Kraftstoffpumpe 10 ist dazu geeignet, einen Niederdruck zu erzeugen. Die zweite Kraftstoffpumpe 20 fördert den Kraftstoff in einen Druckspeicher 30 und erhöht den von der ersten Kraftstoffpumpe 10 zur Verfügung gestellten Niederdruck auf einen Hochdruck. Der Druckspeicher 30, häufig auch als Kraftstoffspeicher, Rail oder Common Rail bezeichnet, ist wiederum mit vier Einspritzventilen 40 verbunden. Über einen Drucksensor 60 wird zumindest der Druck im Druckspeicher 30 überwacht.

Beispielhaft ist eins der vier Einspritzventile 40 in Verbindung mit einem Zylinder 110 der Brennkraftmaschine 1 gezeigt. Im Zylinder 110 ist ein Kolben 120 bewegbar angeordnet. Der Zylinder weist einen Brennraum 100 auf, der unter anderem durch den Kolben 120, einem Einlassventil 150, einem Auslassventil 160 begrenzt ist. Es können auch



5 mehrere Ein- und/oder Auslassventile 150, 160 vorgesehen sein. Im Bereich der Ein- und Auslassventile 150, 160 ragen ein Einspritzventil 40 und eine Zündkerze 200 in den Brennraum 100 hinein. Die Einspritzventile 40 ermöglichen ein direktes Einbringen von Kraftstoff in den Brennraum 100 und werden von der Endstufe 45 angesteuert. Über die Zündkerze 200 kann der Kraftstoff im Brennraum 100 entzündet werden. Weiterhin führt ein Saugrohr 155 vorzugsweise Luft an das Einlassventil 150 heran und durch Öffnen des Einlassventils 150 gelangt die Luft in den Brennraum 110. Durch Öffnen des Auslassventils 160 werden vorzugsweise Abgase in ein Abgasrohr 165 weiter geleitet.

10 Figur 2 zeigt schematisch als Teil einer Endstufe 45 eine Schaltung einer Endstufenbank für zwei Einspritzventile EV1, 2 als Stellglieder, die im vorliegenden Beispiel symbolhaft als Widerstände dargestellt sind. Selbstverständlich können auch kapazitive oder induktive Stellglieder vorgesehen sein, die bspw. als Piezo- oder Magnetventil ausgeführt sind.

15 Beide Stellglieder EV1, 2 sind mit jeweils einem Anschluss auf der so genannten Highside über ein Highside-Schaltelement HSL mit einer Versorgungsleitung verbunden. Auf der anderen Anschluss-Seite der Stellglieder EV1, 2, der so genannten Lowside ist der Anschluss des ersten Stellglieds EV1 mit einem ersten Lowside-Schaltelement GLS1 und der Anschluss des zweiten Stellglieds EV2 mit einem zweiten Lowside-Schaltelement GLS2 verbunden, wobei die beiden Schaltelemente GLS1, GLS2 die beiden Stellglieder EV1, 2 auf eine gemeinsame Lowside-Zuleitung schalten.

20 Figur 3 zeigt schematisch ein Ablaufschema eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

2 In einem ersten Schritt 510 wird überprüft, ob Aussetzer erkannt wurden. Sind keine Aussetzer zu beobachten wird, ist davon auszugehen, dass kein Einspritzventil dauerhaft geöffnet ist und es wird die Überprüfung im Schritt „Kein Fehler“ 700 beendet.

30 Wurden Aussetzer erkannt, wird in einem zweiten Schritt 520 überprüft, ob der Kraftstoffdruck  $p$  einen Schwellenwert unterschritten hat. Liegt der Kraftstoffdruck oberhalb des Schwellenwerts ist davon auszugehen, dass trotz Aussetzer kein Einspritzventil dauerhaft geöffnet ist und die weitere Überprüfung wird im Schritt „Kein Fehler“ 700 beendet.

Ist der Schwellenwert unterschritten, wird in einem dritten und vierten Schritt 530, 540 überprüft, ob Aussetzer nur an einem Zylinder oder an allen Zylindern einer Endstufenbank auftreten.

5 Treten Aussetzer nur an einem Zylinder auf, ist davon auszugehen, dass das Einspritzventil des jeweiligen Zylinders aufgrund einer mechanischen Fehlfunktion dauerhaft geöffnet ist. Es wird in den Schritt „mechanischer Fehler“ 620 verzweigt.

10 Sind Aussetzer an allen Zylindern, die einer Endstufenbank zugeordnet sind zu beobachten, ist davon auszugehen, dass die Einspritzventile dieser Zylinderbank aufgrund einer elektrischen Fehlfunktion dauerhaft geöffnet sind. Es wird in den Schritt „elektrischer Fehler“ 610 verzweigt.

15 In weiteren nicht gezeigten Verfahrensschritten können nun ausgehend von den erkannten Fehlfunktionen geeignete Fehlerreaktionen eingeleitet werden.

20 Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass bei einem dauerhaft geöffneten Einspritzventil 40 eine sehr große Menge Kraftstoff aus dem Kraftstoffspeicher 30 in einen Brennraum eines Zylinders der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Dies hat dann die folgenden Auswirkungen:

2 Die durch ein dauerhaft geöffnetes Einspritzventil fließende Kraftstoffmasse führt dazu, dass die Kraftstoffpumpe nicht mehr dazu in der Lage ist, den Druck im Druckspeicher konstant zu halten. Der Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicher sinkt. Für ein gegebenes System kann nun ein Schwellenwert für den Kraftstoffdruck festgelegt werden, den der Kraftstoffdruck typischer Weise bei einem dauerhaft geöffneten Einspritzventil unterschreitet. Ein Unterschreiten eines solchen Schwellenwerts ist somit als ein Fehlermerkmal für ein dauerhaft geöffnetes Einspritzventil zu werten.

30 Weiterhin wird durch die zu große eingespritzte Kraftstoffmasse in dem betroffenen Zylinder kein brennbares Gemisch mehr erzeugt, die Verbrennung setzt aus, es kommt zu sogenannten Aussetzern. Diese Aussetzer werden von einer Aussetzererkennung erkannt. Aussetzer sind somit ein notwendiges Merkmal, bei Vorliegen eines dauerhaft geöffneten Einspritzventils.



Sind sowohl Aussetzer als auch Druckabfall zu beobachten, ist davon auszugehen, dass das Einspritzventil dauerhaft geöffnet ist. Hierbei kann zusätzlich noch unterschieden werden, ob ein mechanischer oder elektrischer Fehler der Einspritzvorrichtung vorliegt.

5 Bei einer mechanischen Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung, d.h. wenn die Ventilnadel beispielsweise aufgrund von Verschmutzungen klemmt, wird in diesem Zylinder dauerhaft Kraftstoff eingespritzt, die restlichen Zylinder arbeiten normal. Aussetzer sind daher nur für diesen Zylinder zu beobachten.

10 Liegt eine elektrische Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung vor, beispielsweise durch ein fehlerhaftes Ansteuerungssignal der Endstufe, führt dies zu Aussetzer an allen Zylindern, die der fehlerbehafteten Endstufenbank zugeordnet sind. Also im Falle einer vierzylindrigen Brennkraftmaschine setzen typischer Weise zwei Zylinder aus. Weist beispielsweise das in Figur 2 gezeigte erste Stellelement bzw. Einspritzventil Aktor 1 auf der Lowside  
15 ein Kurzschluss gegen Masse auf, so ist das erste Einspritzventil Aktor 1 dauerhaft geöffnet. Da jedoch der gesamte Strom über das erste Einspritzventil Aktor 1 fließt, steht für das zweite Einspritzventil Aktor 2 kein Strom zum Öffnen des Ventils zur Verfügung, das zweite Einspritzventil bleibt geschlossen. Insofern treten an dem einen Zylinder Aussetzer aufgrund zu großer Kraftstoffmenge auf und an dem anderen Zylinder aufgrund eines Kraftstoffmangels.  
20

So ist es bereits allein durch die Auswertung der Signale der Aussetzererkennung möglich elektrische oder mechanische Fehlfunktionen der Einspritzvorrichtung zu erkennen. Mit der Auswertung des Kraftstoffdrucks wird überprüft, ob die Aussetzer der Brennkraftmaschine durch eine Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung verursacht werden oder ggf. eine andere Ursache haben.

Ausgehend von der erkannten Fehlfunktion können nun geeignete Fehlerreaktionen eingeleitet werden. Liegt beispielsweise eine mechanische Fehlfunktion vor, kann versucht  
30 werden, durch gezieltes Ansteuern des Einspritzventils das Einspritzventil mit Kraftstoff durchzuspülen bzw. mechanisch zu lösen.

Bei einer erkannten elektrischen Fehlfunktion, kann es beispielsweise vorgesehen sein, in weiteren Prüfschritten, den elektrischen Fehler weiter einzugrenzen, und ggf. je nach elektrischem Fehler weitere Vorkehrungen zu treffen.  
35

Insbesondere kann es vorgesehen sein, bei einem erkannten Fehler abgestimmte Notfallmaßnahmen einzuleiten, indem beispielsweise Betriebsarten der Brennkraftmaschine verändert oder Einspritzparameter angepasst werden. Beispielsweise kann als eine Notfallmaßnahme vorgesehen sein, bei einem erkannten elektrischen Fehler die fehlerhafte Endstufenbank abzuschalten. Es sind jedoch auch weitere Notfallmaßnahmen denkbar.

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Überwachungs-  
vorrichtung 400 einer Einspritzvorrichtung 5. Ein Erfassungsmittel 420 ist im dargestellten Beispiel Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung 400. Schematisch ist ein Kraftstoffspeicher 30, der in Verbindung mit einem Einspritzventil 40 steht, dargestellt. Das Einspritzventil 40 ragt hierbei in einen Zylinder 110 der Brennkraftmaschine. Über eine Druckerfassung 320 wird mit Hilfe eines Drucksensors 60 ein Kraftstoffdruck  $p$  im Kraftstoffspeicher 30 erfasst. Weiterhin ist eine Aussetzererkennung 310 mit dem Zylinder 110 verbunden. Signale der Druckerfassung 320 und der Aussetzererkennung 310 werden an das Erfassungsmittel 420 weitergeleitet. Die Überwachungs-  
vorrichtung 400 wertet die erfassten Signale aus und leitet ggf. in Abhängigkeit der erfassten Fehlfunktion geeignete Fehlerreaktionen ein.

In einer weiteren Ausgestaltung kann es auch vorgesehen sein, die erfindungsgemäße Überwachungs-  
vorrichtung 400 als Teil eines Motorsteuergeräts aufzubauen, insbesondere können auch die Druckerfassung 320 und die Aussetzererkennung 310 Teil eines Motorsteuergeräts sein. Selbstverständlich sind auch weitere Kombinationen denkbar.

15.02.05 Sm/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Ansprüche

15

1. Verfahren zur Überwachung einer Einspritzvorrichtung (5) einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass durch Auswerten von Signalen einer Aussetzererkennung mindestens zwei Fehlfunktionen einer Einspritzvorrichtung erkannt werden, und dass in Abhängigkeit der erkannten Fehlfunktion eine Fehlerreaktion eingeleitet wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch Auswerten eines Kraftstoffdrucks überprüft wird, ob eine Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung vorliegt.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem erkannten Aussetzer eines Zylinders und ein Absinken des Kraftstoffdrucks unter einen Schwellenwert eine mechanische Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung erkannt wird.

30

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Aussetzern von Zylindern (110), die einer Endstufenbank der Einspritzvorrichtung (5) zugeordnet sind und ein Absinken des Kraftstoffdrucks unter einen Schwellenwert (SW) eine elektrische Fehlfunktion der Einspritzvorrichtung (5) erkannt wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem erkannten elektrischen Fehler zusätzlich eine die Einspritzventile (40) ansteuernde Endstufe (45) auf elektrische Fehler überprüft wird.
- 5 6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit der Fehlfunktion als Fehlerreaktion die Brennkraftmaschine in einer Notlauf-Betriebsart betrieben wird.
- 10 7. Überwachungsvorrichtung einer Einspritzvorrichtung (5) einer Brennkraftmaschine, bei der ein Erfassungsmittel Signale einer Aussetzererkennung erfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungsvorrichtung durch Auswerten der Signale der Aussetzererkennung mindestens zwei Fehlfunktionen der Einspritzvorrichtung erkennt,  
15 und dass die Überwachungsvorrichtung eine Fehlerreaktion in Abhängigkeit der erkannten Fehlfunktion einleitet.
- 20 8. Computerprogramm-Produkt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wenn das Programm auf einem Computer oder Steuergerät ausgeführt wird.

15.02.05 Sm/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer Einspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung (5) einer Brennkraftmaschine, wobei die Einspritzvorrichtung (5) Einspritzventile (40) aufweist über die Kraftstoff direkt in Brennräume (100) der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, und wobei Mittel zum Erkennen von Aussetzern (310) und Mittel zur Erfassung eines Kraftstoffdrucks (320) vorgesehen sind.

20

Ein mechanischer Fehler eines Einspritzventils (40) wird erkannt, wenn Aussetzer an einem Zylinder (110) und gleichzeitig ein Absinken des Kraftstoffdrucks unter einen Schwellenwert (SW) vorliegt. Ein elektrischer Fehler der Einspritzvorrichtung (5) wird erkannt, wenn Aussetzern von Zylindern (110), die einer Endstufenbank der Einspritzvorrichtung (5) zugeordnet sind, beobachtet werden und der Kraftstoffdruck unter einen Schwellenwert (SW) liegt. Abhängig von den erkannten Fehlern werden unterschiedliche Fehlerreaktionen eingeleitet.

25

30

(Fig. 3)





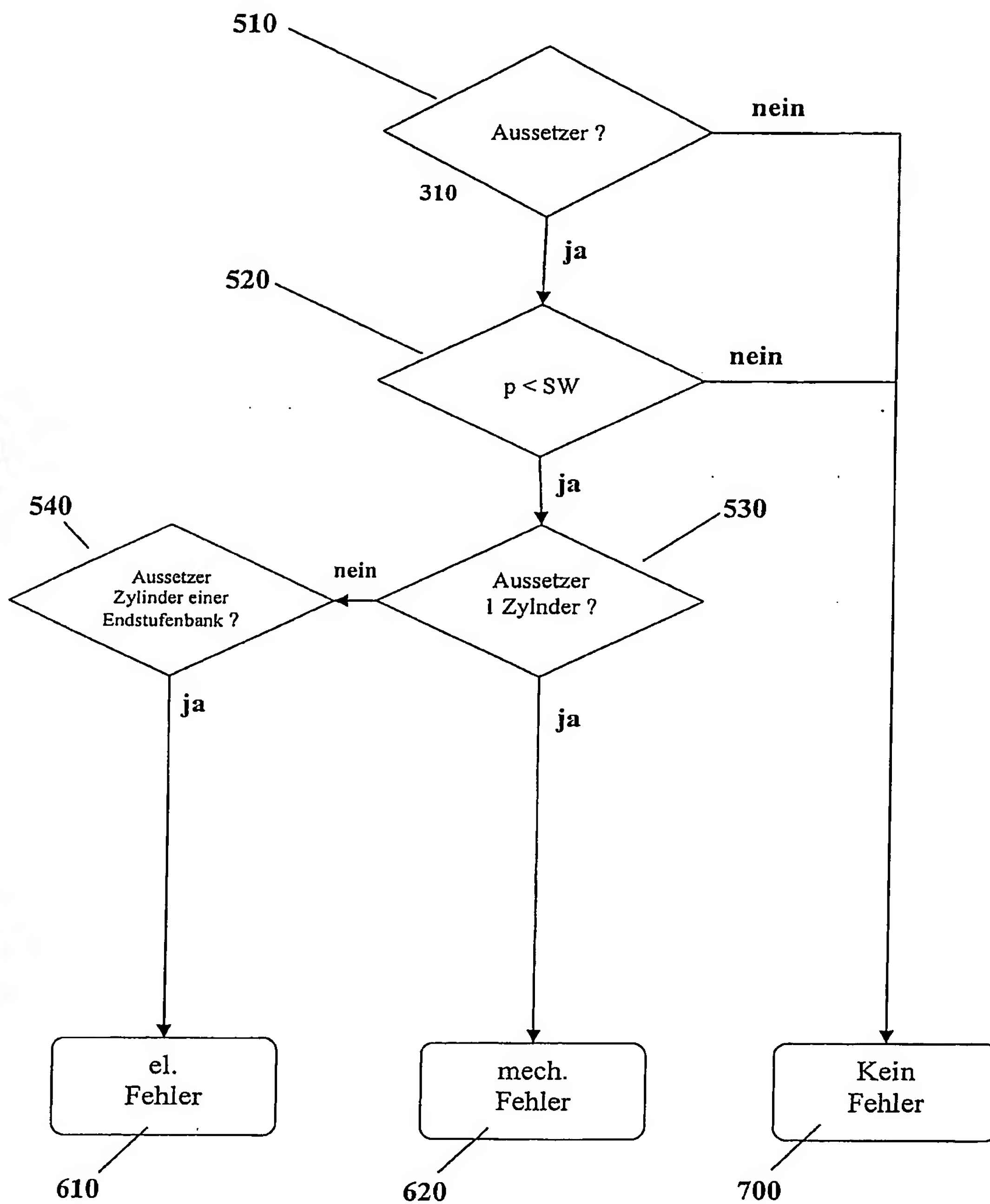


Fig. 3

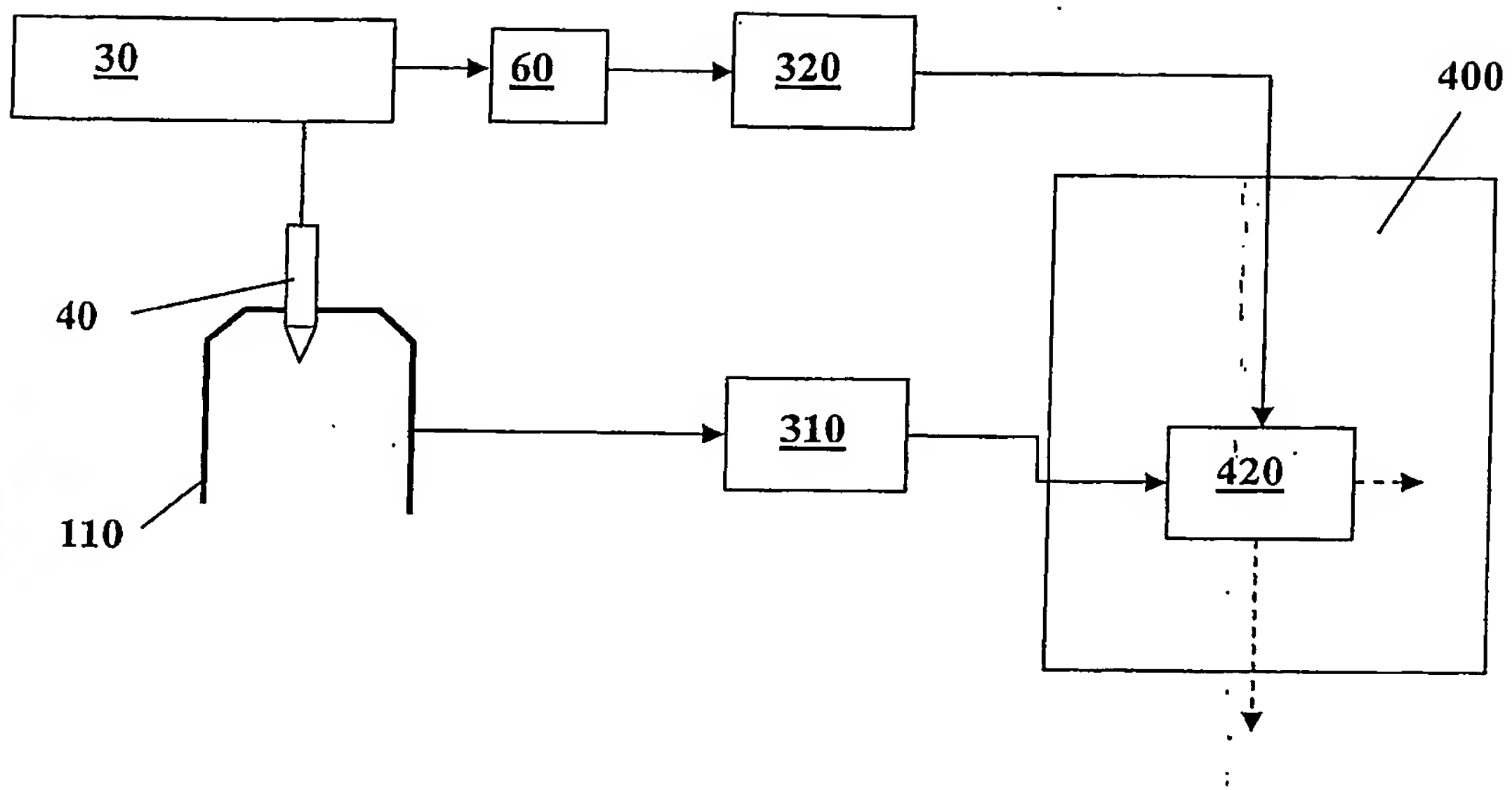


Fig. 4